

Münchener Universitätsreden

NEUE FOLGE

Heft 3

Gedanken

**über die gegenwärtige Sicht der Anatomie
am Beispiel des Nervensystems**

Von

Hugo Grau



MAX HUEBER / VERLAG / MÜNCHEN



Gedanken
über die gegenwärtige Sicht der Anatomie
am Beispiel des Nervensystems

Antrittsvorlesung als Ordinarius für Tieranatomie,
gehalten am 18. November 1953

von

H u g o G r a u



M A X H U E B E R / V E R L A G / M Ü N C H E N

Druck: Akademische Buchdruckerei F. Straub, München

Seit dem Bestehen der Anatomie als Sonderwissenschaft löst sie ihre Aufgabe, ein Bild vom Bau des menschlichen oder tierischen Körpers zu erlangen und zu vermitteln, durch zwei Arten der Stoffbehandlung: 1. durch die Analyse und 2. durch die Synthese.

Die analytische Forschung löst den Körper in seine Einzelteile auf und beschreibt diese Teile vielfach ohne Rücksicht auf ihre Zusammengehörigkeit; die synthetische Behandlung vereinigt das Getrennte wieder zur größeren Einheit und dann zum Bilde des Körpers.

Die Synthese kann, um im makroskopischen Bereiche des Körpers die Organe und im mikroskopischen Bereiche die Zellen wieder zu größeren Einheiten, zu Systemen, zu vereinigen, abermals zwei Wege beschreiten.

Sie kann die anatomischen Glieder nach gestaltlichen Gesichtspunkten, rein beschreibend oder deskriptiv zusammenschließen, dann entstehen morphologische Systeme, wie das Knochen-system oder das Muskelsystem, deren Teile sich ihrem Aufbau und ihrer Gestalt nach gleich oder ähnlich sind, oder sie kann die anatomischen Glieder nach physiologischen Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung des Zwecks, zu dem sie geschaffen sind, wieder zu größeren Verbänden vereinigen, dann entstehen funktionelle Systeme, deren oftmals sehr verschiedenartige Einheiten sich zur Bewältigung einer gemeinsamen Funktion zusammenfügen, wie der Bewegungsapparat mit seinen so verschieden gebauten Muskeln und Knochen oder der Verdauungsapparat z. B. mit dem weichen Verdauungsrohr und den harten Zähnen.

Es ist klar, daß die erste, die morphologisch-beschreibende Methode den sogenannten exakten Naturwissenschaften, in deren Bereiche alles gemessen und gewogen werden kann, näher steht und damit besser fundiert ist als die funktionelle Methode, die den Teilverband meist aus dem teleologischen Blickwinkel heraus bewertend betrachtet und damit etwas Subjektives in die Betrachtungsweise hineinträgt.

Und seit dem Bestehen der Anatomie als Sonderwissenschaft wechselten Epochen, in denen die eine und die andere der beiden Methoden

besonders gepflegt wurde, miteinander ab. Die hohe Zeit der morphologisch-deskriptiven Anatomie war das von den Lehren des Darwinismus beeinflusste Zeitalter *Gegenbauers* — die teleologisch-funktionelle Methode aber dominierte vor allem zu Zeiten des großen Physiologen *Haller* oder zu Zeiten *Heidenhains*: sie löst auch in der Gegenwart — und zwar schon seit Jahrzehnten — wieder die *Gegenbauerschen* Ansichten ab: in der von *Benninghoff* begründeten Anatomie funktioneller Systeme oder z. B. in der von *Lanzschen* anatomischen Darstellungsweise.

Ja, seit neuester Zeit ist wohl aus dem Gedanken heraus, daß die Anatomie ja nur ein Teilgebiet der großen Medizin ist, eine besonders betonte Variante der funktionellen Betrachtungsweise festzustellen, die sie, wiederum zielstrebig bewertend, mit dem übergeordneten ärztlichen Lehrgebäude und allen seinen Teilen in Beziehung bringt, eine praktisch ausgerichtete Anatomie für den Mediziner, die auch auf dem tieranatomischen Sektor ihre Vertreter hat.

Die Frage nun zu beantworten, welcher der beiden Anschauungsmethoden, der *Gegenbauerschen* beschreibend morphologischen oder der gegenwärtigen biologisch-funktionell-bewertenden und medizinisch-auslegenden der Vorrang gebührt, ist nicht ganz einfach. Sie mag vielfach von der persönlichen Einstellung abhängen, die jeder Einzelne von uns zur Wissenschaft seiner Wahl hat, auch davon, ob er während seiner beruflichen Entwicklung sich stets im Gebiete seiner engeren Wahlwissenschaft bewegte oder ob er, lernend und seine Schau erweiternd, auch in deren Nachbardisziplinen sich betätigen konnte.

Einer Beantwortung dieser Frage näher zu kommen, soll im Folgenden versucht werden und zwar am Beispiel des Nervensystems. Dabei sollen aber auch einige der vielen neuen Erkenntnisse mit in unsere Betrachtung eingebaut werden, die in den letzten Jahrzehnten über Bau und Funktion des Nervensystems gewonnen werden konnten und die sehr wohl geeignet sind zur Entscheidung unserer Frage beizutragen.

Das Nervensystem ist ein im ganzen Körper nachweisbares, geradezu allgegenwärtiges Organsystem, an dem wir übergeordnete Zentralorgane, das Gehirn und Rückenmark, und periphere Leitungsbahnen, die Nerven, unterscheiden.

Jeder der Nerven besteht aus Nervenfasern, die sich zu einem Bündel zusammengelegt haben und von denen — mag sie noch so lang sein — jede einzelne als der Fortsatz einer Nervenzelle aufgefaßt werden muß.

Unter diesen Fortsätzen wiederum gibt es solche, die von der Peripherie her zu einer zentral gelegenen Nervenzelle leiten und ihr Umwelteindrücke vermitteln, wie Kälte und Wärme, Berührung und Schall und andere, die von zentralen Nervenzellen her Erregungsvorgänge nach der Peripherie leiten und dort eine Wirkung, z. B. die Zusammenziehung eines Muskels hervorbringen. Die erstgenannte Gattung von Fortsätzen heißt man zentripetale, afferente oder sensible und die zweite Gattung zentrifugale, efferente oder motorische Fasern.

Im Nervenstrang aber sieht die eine Art wie die andere aus. Niemandem, auch dem gewiegtsten Forscher nicht, ist es möglich aus dem morphologischen Bilde eines Nerven mit Sicherheit auf die Faserqualitäten zu schließen, aus denen er zusammengesetzt ist. Und niemand kann am äußeren, auch nicht am mikroskopischen Bilde einer Nervenfaser, etwa an einer solchen, die unter dem Hautmuskel und der darüber befindlichen Haut liegt, ohne weiteres erkennen, ob es sich um eine Leitung handelt, die z. B. dem Zentralorgan den Reiz der auf der Haut krabbelnden und sich zum Stechen anschickenden Fliege meldet, oder um eine solche, die als motorische Faser, zentrifugal leitend, den Hautmuskel zum Zucken bringt und so die Fliege verscheucht.

So sagt uns der morphologische Begriff eines Nervens, der sich doch zweifellos unschwer in das systematisch-deskriptive Bild z. B. eines Nervennetzes einfügen läßt, nichts über sein wahres Wesen aus. Muß nicht auch der strikteste Anhänger der morphologisch-beschreibenden Anatomie bei der Nervenschilderung mit den rein funktionellen Begriffen „motorisch“ und „sensibel“ oder „sympathisch“ und „parasympathisch“ arbeiten? Ist das Wesen des Gesamtnervensystems jemals aus seiner Gestalt allein verständlich? Nein: es offenbart sich uns als ein großes funktionelles System, das wir in seiner Gesamtheit und dessen einzelne morphologische Glieder wir nur durch konstruktiv-funktionelle Betrachtung, oft durch bewußt deutende Synthese erst erkennen können.

Es ist in solchen fundamentalen Überlegungen wohl allein schon die Antwort auf die Frage der anatomischen Betrachtungsweise enthalten: bei aller Betonung der Morphologie muß sie vielfach eine biologisch-bewertende sein, auch wenn sie damit weniger exakt ist als das Denken etwa in der Physik und Chemie.

Die Richtigkeit solcher Einsicht zeigt sich uns noch mehr bei der Betrachtung komplizierterer nervöser Systeme, wie z. B. des Vegetativen Nervensystems. Wir werden sehen, daß die in seinem Bereiche in letzter Zeit mögliche Aufdeckung bisher unbekannter morphologischer Strukturen ihren wahren Wert erst durch eine funktionell-konstruktive Deutung erhielt.

Da sind die grundlegenden Entdeckungen von *Philipp Stöhr*, der nachwies, daß sämtliche peripheren Ausläufer des vegetativen Nervensystems miteinander sowohl als auch mit den von ihnen versorgten Körperzellgebieten in kontinuierlicher protoplasmatischer Verbindung stehen.

Sie sind so umwälzend, daß sie auch heute noch nicht unwidersprochen geblieben sind.

Sie korrigieren und ergänzen in entscheidender Weise unsere bisherigen morphologischen Vorstellungen vom Nervensystem überhaupt.

Sie zerstören einerseits zwar den morphologischen Begriff des Neurons, der Nervenzelle also, von der man bisher sagte, daß sie zusammen mit ihren Ausläufern eine Einheit sei, lediglich die andere berühre, nicht aber kontinuierlich in sie übergehe. — Andererseits aber — und dies erscheint mir bedeutungsvoll — konnten sie den funktionellen Begriff des Neurons nie vollends beseitigen. Darauf deuten die nach wie vor unbestrittenen Ergebnisse physiologischer Forschung hin, durch die man mit Medikamenten genau an den strittigen Punkten der Berührung oder Verbindung zweier Ganglienzellen, an den sogenannten Synapsen, eine Unterbrechung der Nervenleitung bewirken kann, weiterhin aber auch die Vermutungen *Kornmüllers* oder *Karl Friedrich Bauers*, die besagen, daß zwar nicht die zwei Nervenzellen verbindenden plasmatischen Ausläufer unterbrochen seien, wohl aber, sei es morphologisch oder funktionell, die in das Neuroplasma eingebetteten Nerven-Fibrillen — und zwar nicht im Bereich der Ausläufer, wie man bisher annahm, sondern im Inneren der Nervenzelle.

Andererseits aber wurden durch die Aufzeigung der neuen morphologischen Strukturen, im Sinne unserer konstruktiven Synthese, auch wieder Einblicke in weitere neue funktionelle Systeme erreicht. Erst das Terminal-Retikulum *Stöhrs* gibt uns den Schlüssel zum Verständnis des Ablaufs des gesamten nervösen Geschehens im vegetativen Nervensystem.

Ich will damit nicht nur sagen, daß es uns sogenannte Systemreaktionen verstehen läßt, z. B. den profusen, über den ganzen Körper

hin ausgebreiteten Schweißausbruch des Prüflings durch die Reizung, des Zwischenhirns, die auf die Prüfungsfrage hin erfolgt, sondern auch den Ablauf der vegetativ-nervösen Einzelreaktionen in der Peripherie. Beide vollziehen sich zwar, wie *Feyrter* vor kurzem in genialer Einfachheit darlegte, genau wie jede Grundreaktion im Bereich des Nervensystems, also nach Art eines Reflexbogens, den peripheren Bogenseiteel aber stellen Netzwerke, das Terminalretikulum und das praeterminale Nervengeflecht dar und daraus wird verständlich, daß eine Erregung im zuführenden Nerven ganze Akkorde von Reaktionen erklingen lassen kann.

Erlauben Sie hier, zum besseren Verständnis, einige anatomische Ausführungen.

Auch im vegetativ-nervösen Bereich, also sowohl im sympathischen als auch im parasympathischen Nervensystem, unterscheidet man zentrifugale und zentripetale Fasern. Unsere bisherigen Kenntnisse erstrecken sich in der Hauptsache auf die ersteren, die efferenten Fasern. Über die afferenten Fasern — ihre Zahl soll nach den Angaben *Schneiders* auf dem heuer in München stattgefundenen Chirurgenkongreß über 50 % aller autonomen Leitungen ausmachen — über sie ist nichts näheres bekannt.

Sicher erscheint, daß sowohl die afferenten und efferenten sympathischen als auch die afferenten und efferenten parasympathischen Fasern in ein gemeinsames peripheres, dreidimensionales Nervenetz einmünden, das seinerseits wiederum in drei Etagen über- und ineinander liegt (Abb. 1).

Die erste, innerste Etage bildet das seit längerer Zeit bekannte intramurale Nervensystem, die zweite das praeterminale Reticulum *Stöhrs* und als dritte Etage kann man — cum grano salis — das bis in die Zelleiber der Erfolgsorgane reichende Terminalretikulum auffassen.

Das intramurale Nervensystem besteht aus Ganglienzellgeflechten, die an und in den Wandungen von inneren Organen, von Blutgefäßen und von Drüsen sich befinden und die diese Organe zu selbständigen, vom übrigen Nervensystem weitgehend unabhängigen Leistungen befähigen.

Hierher gehören z. B. die Ganglienzellknoten der Herzwand, die im Verein mit dem muskulösen Reizleitungssystem das Herz, auch nach Trennung von den übrigen Nerven, weiterschlagen lassen, und die Zellgeflechte der Darmwand, der *Meißnersche* und *Auerbachsche* Plexus,

die beim Schlachttier geraume Zeit noch nach dem Tode die Darmbewegungen aufrechterhalten.

Wir sind heute noch in Verlegenheit, ob wir dieses murale Gangliengeflecht dem sympathischen oder dem parasympathischen Systeme zuzurechnen haben, sagte *L. R. Müller* noch im Jahre 1935.

Wahrscheinlich, so meinte ich vor 10 Jahren, ist es von Teilen, nämlich den dritten Neuronen, beider Systeme gebildet. Diese Ansicht gilt wohl heute noch vielfach. Wenn auch die Neuronenfrage, wie wir hören, umstritten ist, so kann aber doch bis heute wohl niemand mit Sicherheit angeben, welche Teile dieses Geflechtes etwa dem Sympathikus und welche dem Parasympathikus angehören.

Und was für das intramurale Nervensystem gilt, das gilt noch mehr für das ihm nachgeschaltete praeterminale und terminale Fasernetz. Niemand kann angeben, wo in ihm Sympathikus- und Parasympathikusgrenze ist. Bestechend ist deshalb die Ansicht von *Feyrter*, nach der die genannten terminalen Netzstrukturen und, wie ich nunmehr meine, wohl auch das intramurale Ganglienzellnetz, zwischen dem jeweiligen afferenten und efferenten Schenkel des Sympathikus bzw. Parasympathikus eingeschaltet sind, wie im Bereiche des Blutgefäßsystems das Netzwerk der Kapillaren zwischen die efferente Arterie und die afferente Vene. Es kann auch niemand aus der Form der Blutkapillaren auf ihren Inhalt schließen. Sie stellen eine indifferente, neutrale Strecke im Strombogen

Abb. 1. Die peripheren Bogenschlüsse des vegetativen Nervensystems (z. B. im Darm). I, II, III die drei ubiquitären peripheren Nervenetze und zwar I = intramurales Netz, II = praeterminales und III = terminales Reticulum. — Bei ihrer Darstellung mußten aus zeichnerischen Gründen II und III fast ebenso groß erscheinen wie I (in Wirklichkeit sind diese Netze viel kleiner als I); außerdem mußten die 3 peripheren Nervenetze — der Übersicht halber — hintereinander und 2 = dimensional gezeichnet werden — in Wirklichkeit sind sie 3 = dimensional und nur in Bezug auf ihre Wertigkeit etagenförmig übereinander geschaltet; die Netze von II und III würden auch in den Maschenräumen des Netzes I liegen und die Abzweigungen \oplus müßte man sich genau so als Zusammenhänge des praeterterminalen Netzes mit dem intramuralen Geflecht vorstellen wie die Abzweigungen $\times\times$ als solche des Terminalretikulum mit dem praeterterminalen Netz.

A = praevertebrales Ganglion (z. B. Ggl. coeliacum) mit sympathischen und ——— parasympathischen Bahnen; B = Organgrenze, z. B. Darmserosa; C, D, E = Erfolgsorgane und zwar (Drüsen-) Epithel (C), glatte Muskelzelle (D) und Gefäßperizyt (E).

a—f = Plasmoidumzellen und zwar *Schwannsche* Zellkerne (a), Mantelzellen der Nervenzellen (b), Nebenzellen des praeterterminalen Netzes (c und d) und interkaläre Zellen des Terminalretikulum (e und f).

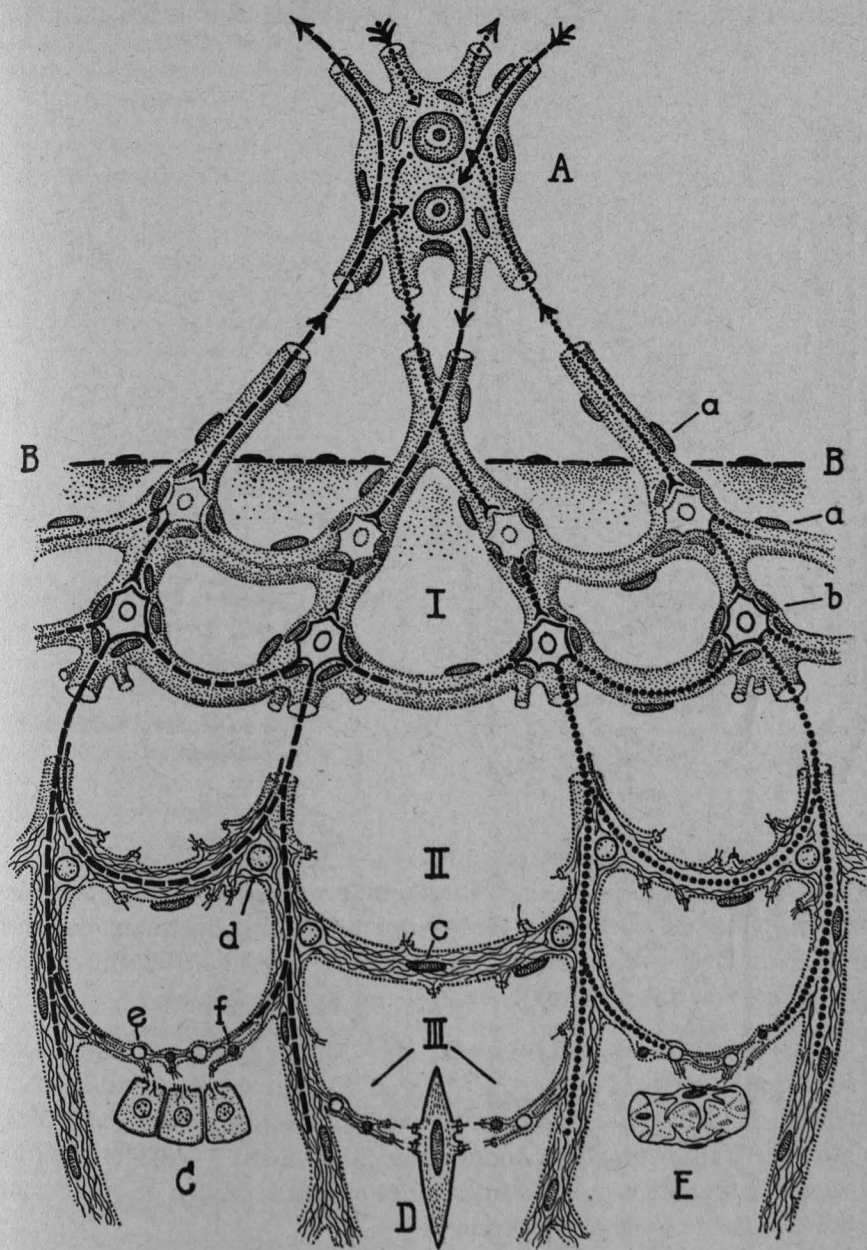


Abb. 1.

des Blutkreislaufes dar, in der einzelne Abschnitte wohl auch, je nach Blutdrucklage, einmal von venösem und einmal von arteriellem Blut durchströmt werden (Abb. 2).

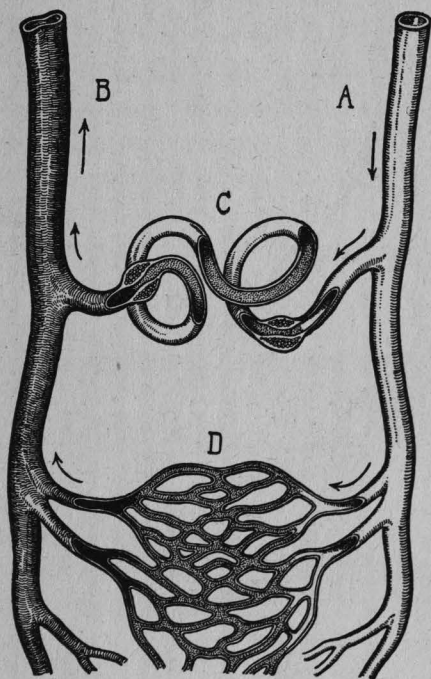


Abb. 2. Periphere Bogenschlüsse des Kreislaufsystems.

- A = Arterie;
- B = Vene;
- C = arterio-venöse Anastomose;
- D = Kapillarnetz.

Warum sollten die genannten nervösen Netzformationen nicht auch als indifferente, neutrale Scheitel aufgefaßt werden können, die weder dem Sympathikus noch dem Parasympathikus angehören, in die aber durch ihre Verknüpfung mit diesen Nerven sowohl sympathische als auch parasympathische Impulse eingeleitet werden können?

Entsprechend der Allgegenwart der Netzstrukturen können sich diese Impulse nun im ganzen peripheren Netz ausbreiten und — man denke an die Schweißsekretion oder auch an das durch die glatte Muskulatur der Haut bedingte Phänomen der „Gänsehaut“ — Systemreaktionen hervorrufen oder, durch vorgeschaltete Ganglienzellen gesteuert, nur Teilabschnitte des Netzes befahren.

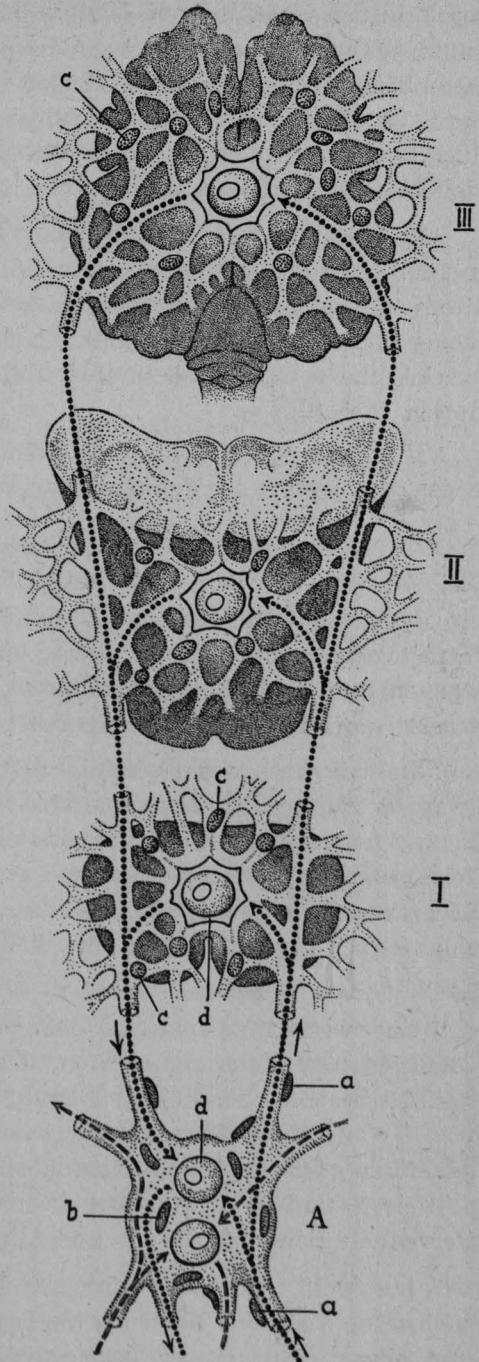
Und wie die Reflexbogenscheitel im Zentralnervensystem, wie *Held* uns zeigte, ebenfalls netzartig aufgegliedert, verschieden hoch, im Rücken-

Abb. 3. Die zentralen Reflexbogenschlüsse des vegetativen Nervensystems.

A = peripheres Ganglion (das man sich entweder als Ganglion Trunci sympathici oder als praevertebrales Ganglion, z. B. Ganglion coeliacum, vorstellen kann) mit ——— parasympathischen und sympathischen Zu- und Abflüssen.

Von A aus verfolgt man die zentripetalen und zentrifugalen Leitungen des sympathischen Systems (die entsprechenden parasympathischen wurden nicht weiter fortgeführt) und sieht, wie sie sich in 3 übereinandergelegenen Etagen zum Reflexbogen schließen können; entweder im Neurenzytium des Rückenmarkes (I) oder im Neurenzytium des verlängerten Markes (II) oder im Neurenzytium des Gehirns (III). (Wenn A ein Ganglion praevertebrales, z. B. das Ganglion coeliacum darstellen soll, dann müßte man sich zwischen ihm und I noch als weitere Umschalt-Station noch ein Ganglion trunci sympathici eingeschoben denken.)

a, b, c = Plasmoidumzellen und zwar Schwannsche Zellkerne (a), Mantelzellen von Nervenzellen (b) und Neurogliazellen (c), die mit der Nervenzelle in plasmatischem Zusammenhang stehen. d = Nervenzelle (Ganglienzelle) als Repräsentantin der verschiedenen in den entsprechenden Bereichen (A, I, II, III) zum Reflexbogen zusammentretenden Ganglienzellen.



mark, in den verschiedenen Zentren des Hirnstammes oder in der Hirnrinde, liegen können (Abb. 3), so können wohl auch die peripheren Strombögen in verschiedenen Etagen liegen: man darf annehmen, daß die Reflexe sich sowohl im intramuralen Netzwerk schließen können als auch, weiter peripher, im praeterminalen Geflecht und ganz in der Peripherie, im Terminalretikulum.

In Ausweitung des *Feyrter*schen Vergleiches der nervösen Peripherie mit der des Blutgefäßsystems wäre dies genau so wie wenn hier der Blutstrom einmal das Kapillarnetz passierte und ein anderes Mal, durch Steuerungsmechanismen gelenkt, die eine Etage höher gelegenen und die praekapillaren Gefäße miteinander verbindenden arterio-venösen Anastomosen (Abb. 2).

Hier wie dort resultiert in jedem Falle ein geschlossener Strombogen, der jeweils den funktionellen Bedürfnissen angepaßt ist.

Es waltet wohl so im peripheren Bereich beider allgegenwärtiger Systeme des Körpers ein gleiches Prinzip.

Interessant ist, daß im Kreislaufbereiche die periphere Etage, das Kapillarnetz, zuerst erkannt wurde und dann erst die mehr zentral gelegenen arterio-venösen Anastomosen, während es auf dem Sektor des vegetativen Nervensystems umgekehrt war.

Stellt man aber den geschilderten peripheren Strombögen die heute schon erwähnten im Zentralnervensystem gelegenen und ebenfalls „in Netzen und etagenförmig“ übereinander angeordneten Scheitel der Reflexbögen des vegetativen Systems gegenüber, dann schließen sich die Bögen zum Stromkreis, wie es unserer Vorstellung nach den im Nerven ablaufenden bioelektrischen oder elektrizitäts-ähnlichen Vorgängen entspricht.

Und wenn man bedenkt, daß jede Masche dieser Netze aus zwei verschiedenen Materialqualitäten, dem Neuroplasma und den Neurofibrillen besteht oder bestehen kann, dann versteht man auch, daß es vielleicht im Nervensystem auch zwei verschiedene Erregungsqualitäten gibt: eine in den Neurofibrillen, den Nervenfasern, ablaufende präzisierte und eine im Neuroplasma, dem ubiquitären plasmatischen Nervennetz sich verbreitende und Allgemeinreaktionen auslösende.

Ich weiß, daß das skizzierte Funktionsprinzip und der angeschlossene Vergleich nicht bis ins Letzte unterbaut sind: erscheinen sie uns aber nach unserer gegenwärtigen Erkenntnis nicht berechtigt?

Fügt sich hier nicht ein bedeutungsvolles funktionelles System aus der Deutung einer neuentdeckten morphologischen Einzelheit und ihrer Einfügung in das bisher Bekannte? Und ist das Zustandekommen dieses Systems nicht wiederum ein Beweis dafür, daß dem forschenden Geiste nach morphologischer Analyse nicht etwa nur durch morphologische, sondern mehr noch und vielfach einzig durch funktionelle, final-konstruktive und damit verlebendigende Synthese Genüge wird.

Das Verständnis für die Arbeitsweise eines Systems — und um das geht es doch dem biologisch-ausgerichteten Weltbetrachter und dem Arzt als Vertreter der angewandten Biologie — ist mit der Kenntnis seiner Morphologie nicht erschöpft.

Es wird dies noch an einem anderen Beispiel deutlich: an dem Verhältnis des vegetativen Nervensystems zur Gemeinschaft der endokrinen Drüsen.

Daß hier Zusammenhänge bestehen, ist seit geraumer Zeit bekannt. Durch final-synthetische Auswertung neuer morphologischer Befunde und ihre konstruktive Zusammenfügung mit den Ergebnissen der experimentellen Physiologie und der Klinik aber entstand erst die Vorstellung von der Arbeitsweise des, heute wohl allgemein so bezeichneten, neuro-hormonalen Systems. —

Man weiß, daß die Tätigkeit des vegetativen Nervensystems, das „Spiel der Lebensnerven“, wie es *von Bergmann* nennt, nicht durch die nervösen Impulse allein aufrechterhalten, sondern daß es, „wie durch eine doppelte Sicherung“, auch entscheidend beeinflusst wird durch das Eingreifen und die Vermittlung chemischer Substanzen, die aus dem System der endokrinen Drüsen stammen.

Der gesunde Organismus ist also nicht nur durch das Spiel der Lebensnerven, sondern auch durch die Tätigkeit der genannten Drüsen reguliert zu dem normalen Verhalten, das eben die Gesundheit ausmacht. Und ein Zuwenig oder Zuviel von bestimmten Hormonen, wie man die spezifischen Absonderungsprodukte der endokrinen Drüsen nennt, kann genau so zu Betriebsstörungen führen und in Krankheit ausmünden, wie ein Zuwenig oder Zuviel an spezifischen Nerveneregerungen im vegetativen System.

Der Arzt hat also, um das gesunde sowohl wie das krankhafte Verhalten eines Organismus zu verstehen und zu beurteilen, immer an beides zu denken: an die Regulation der Lebensnerven, das Nervöse,

und an die Regulation der Hormone, die im Blute kreisen, also an das Verhalten der Säfte, an das Humorale. Beide stehen im Wechselspiel und aus ihrer Gesamtheit erst ergibt sich das lebensbestimmende neuro-hormonale System.

Die Knotenpunkte aber dieser neuro-hormonalen Verknüpfung auf der morphologischen Ebene aufgezeigt zu haben, ist das Verdienst jüngster anatomischer Forschung. Sie liegen einmal im nervösen Zentralorgan und sind dort wohl eindeutig nachgewiesen, und das andere Mal in der Peripherie und besitzen hier zunächst noch hypothetischen Charakter.

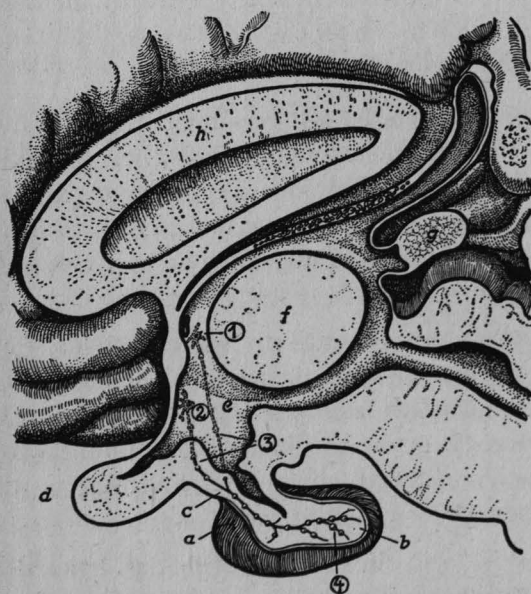


Abb. 4. Neuro-hormonale Zusammenhänge im Zentralnervensystem.

1. Nucleus paraventricularis;
2. Nucleus supraopticus;
3. Neuro-sekretorische Bahnen, die aus dem Zwischenhirn zur Neurohypophyse führen;
4. Sekrettröpfchen;
- a Drüsenteil;
- b Nerventeil der Hypophyse;
- c Wand des Hypophysenstrichters;
- d Sehnervenkreuzung, querschnitt;
- e ringförmiger dritter Ventrikel;
- f Massa intermedia;
- g Zirbeldrüse;
- h Hirnbalken.

Im nervösen Zentralorgan bildet das Höhlengrau des Zwischenhirnes, insbesondere der Hypothalamus, die zentrale Repräsentation und die übergeordnete Schaltstelle des Vegetativen Nervensystems, von der aus alle vegetativ-nervösen Funktionen gesteuert werden. In ihm liegen die heute schon erwähnten Scheitel der höchsten, am weitesten ins Zwischenhirn hineinreichenden Reflexbögen des Systems und von ihm aus gibt es auch Verbindungen zur Hirnrinde, die eine Beeinflussung der unbewußten dienzephalen Funktionen durch das dort lokalisierte

Bewußtsein, aber auch durch Umwelteindrücke ermöglichen. Und vom Zwischenhirn, vor allem vom Hypothalamus aus, der Gegend um den Hypophysenstiel herum, gehen die Verbindungen, die man als Brücke zwischen dem nervösen und dem endokrinen System bezeichnen kann (Abb. 4).

Es ziehen aus einigen Nervenzellansammlungen, sogenannten Kernen, des Zwischenhirns, vor allem vom Nucleus supraopticus und Nucleus paraventricularis, Ausläufer dieser Nervenzellen durch die Wandungen des Hypophysenstieles zur Hypophyse als der bedeutendsten Vertreterin der endokrinen Drüsen und lösen sich im sogenannten Hinterlappen dieser Drüse, der Neurohypophyse, in ein Nervenfasernetz auf. Es ist klar, daß durch diese Fortsätze Erregungszustände der sogenannten Zwischenhirnkerne auf den Hirnanhang übertragen werden können, daß sie also Leitungsbahnen für die nervöse Beeinflussung der Hypophyse darstellen.

Scharrer und *Bargmann* und seine Mitarbeiter haben nachgewiesen und *Dziallas* in München hat uns heute vor genau Jahresfrist durch seine vergleichend-anatomischen Untersuchungen eindrucksvoll gezeigt, daß wir, entsprechend der erwähnten doppelten Sicherung im neurohormonalen System, in diesen Fasern und in den zugehörigen Zellen aber auch das h o r m o n a l e Bindeglied zwischen Nervensystem und Hypophyse zu erblicken haben.

Die Zellen in den genannten Zwischenhirnkerne, aus denen die Fasern stammen, lassen eindeutig die Fähigkeit der I n k r e t i o n erkennen. Es konnte durch Anwendung eines besonderen Färbeverfahrens, der *Gomori-Färbung*, nachgewiesen werden, daß im Protoplasma dieser Zellen feinste Inkretkügelchen entstehen, die zu größeren Tröpfchen zusammenfließen und, durch die Färbung deutlich sichtbar, entlang der Zellfortsätze dem filzartigen Nervenfasernetz zugeleitet werden, in das sich diese, wie gehört, in der Neurohypophyse auflösen. Aus dem Nervenfilz gelangt das Inkret in die gallertige Grundsubstanz des Organes und damit in Kontakt mit den Kapillargeflechten der Drüse und mit bestimmten dort befindlichen Glia-Zellen, den Pituizyten. „Die Pituizyten haben möglicherweise die Aufgabe das Inkret aus dem Nervenetz frei zu machen und ins Blut überzuführen“ (*Bargmann*).

Jedenfalls wirkt das Inkret im Blute wie ein Hormon. Es ist Trägerstoff des Adiuretins, das für die Regulation des Wasserhaushaltes im Körper von großer Bedeutung ist.

Durchschneidet man den Hypophysenstiel und damit die hypothalamo-hypophysären Verbindungen, so kann man neben einer Stauung des Inkretes im Stumpf des Stieles im großen Organismus eine Harnruhr, einen Diabetes insipidus, erzeugen. Dies ist inzwischen so gefestigtes Wissensgut der Medizin geworden, daß umgekehrt der Kliniker heute aus dem Vorliegen eines Diabetes insipidus den sicheren Schluß auf eine Schädigung des Zwischenhirnes und seiner genannten Kerne zu ziehen sich berechtigt fühlt.

Wir sehen: es wurde durch diese Forschungen nicht nur der Nachweis des zentralen neuro-hormonalen Zusammenhangs erbracht, sondern es wurde auch zugleich noch ein grundlegend neues Wirkungsprinzip aufgedeckt, nämlich die Fähigkeit gewisser Nervenzellen des Zwischenhirnes zur Abgabe hormonaler oder hormonähnlicher Sekrete, das seit her schon viel diskutierte Prinzip der Neurosekretion oder Neurokrinie.

Uns aber war es hier um die neuro-hormonale Berührungsstelle im zentralen Nervensystem zu tun.

Als ihr Gegenpart in der Peripherie werden von namhaften Forschern (*Feyrter, Hoepke, Sturm* u. a.) Zellen angesehen, die in das eingangs besprochene praeterminale und terminale Nervenetz eingebaut sind.

Wir wissen, daß jede Nervenzelle, sei sie im Gehirn und Rückenmark oder in den peripheren Ganglien, von einem Mantel von Gliazellen oder gliaähnlichen Zellen umgeben ist, die man Mantelzellen, Nebenzellen oder auch Hüllplasmodium nennt. Die Zellen des Hüllplasmodiums stehen, wie ihr Name besagt, alle untereinander in plasmatischer Verbindung. Durch die Silberfärbung konnte gezeigt werden, daß sie auch mit der Nervenzelle und mit dem umgebenden Gewebe, besonders den benachbarten Blutgefäßen auf gleiche Weise verbunden sind. Mit Hinblick auf diese Verbindungen schreibt man den Hüllzellen neben anderem: Aufgaben der Stoff-Vermittelung zu, durch die die Ernährung und die Funktionsbereitschaft der Nervenzelle sichergestellt werden. Sie werden jedenfalls zusammen mit der Nervenzelle für eine „morphologisch gesicherte funktionelle Einheit“ gehalten (*Hoepke*).

Dieses Hüllplasmodium setzt sich auch auf die Fortsätze der Nervenzellen fort und überzieht als kernhaltige, zusammenhängende Protoplasmahülle, als *Schwannsche* Scheide die Oberfläche jeder Nervenfasern.

Und wenn sich die Nervenfaser in der Peripherie in die uns nun bekannten Endgeflechte aufsplittert, dann besitzen diese Endgeflechte ebenfalls noch den *Schwannschen* Kernen ähnliche oder entsprechende Zellen. Sie kommen in den praeterterminalen Geflechten mit großer Regelmäßigkeit vor, sind aber auch in den terminalen Netzen in Form der sogenannten „interkalären Zellen“ vorhanden. Hervorzuheben ist, daß sowohl in den praeterterminalen als auch in den terminalen Netzen diese Zellen zweierlei Gestalt aufweisen: im ersteren Bereiche gibt es solche mit länglichem und andere, an den Knotenpunkten der Geflechte gelegene, mit rundlichem Kern, im letztgenannten Bereich unterscheidet *Feyrter* große, helle, blasige und kleine dunkle Zellen.

Daß diesen wohl zweifellos mit zum großen System der Hüllplasmoidien gehörigen Zellen nun besondere Bedeutung bei der Weiterleitung der Nervenerrregung und bei ihrer Übermittlung auf das Erfolgsorgan zukommt, darauf weisen die Ergebnisse der Nervenphysiologie hin. Durch raffinierte mikroelektrische Messungen konnte nachgewiesen werden, daß Hüllsubstanz und Achsenfaden (Axon) einer Nervenfaser einen verschiedenen Chemismus haben und daß aus diesen Differenzen potentielle elektrische Energie und beim Ionenaustausch feinste elektrische Strömchen entstehen, die die Grundlage für das Weiterwandern der Erregung im Nerven bilden (*von Muralt*). So liefert die Nervenfaser also elektrische Energie. Aber nicht nur das: sie atmet auch und bildet Kohlensäure und Ammoniak, sie entwickelt Wärme, und wenn es auch nur um die kleinsten überhaupt meßbaren Mengen sich handelt, und verbraucht dazu kleinste Mengen von energieliefernden Stoffen. Sie ist in der Lage Stoffe zu synthetisieren und an bestimmten Stellen freizusetzen, wie zum Beispiel das Azethylcholin und das Noradrenalin oder Arterenol, von denen das erstgenannte in der parasympathischen und das letztgenannte oder ähnliche Stoffe in der sympathischen Peripherie bedeutsame Wirkungen entfalten.

Nun haben wir aber gehört, daß es wohl keine gesonderte sympathische und keine besondere parasympathische Peripherie gibt, sondern daß unsere Terminalgeflechte als indifferente, neutrale Strombogen-Schlüsse den beiden großen Komponenten des vegetativen Systems gemeinsam angehören. Wie kommt es nun in diesen neutralen Plasmodium-Auffaserungen zu den so verschieden gearteten, oftmals geradezu antagonistisch sich gegenüberstehenden Wirkungen — einmal des Sympathikus und einmal des Parasympathikus? Könnte es nicht so sein,

daß es, wie gesagt, in den beiden in die plasmodialen Netze eintretenden Nervenqualitäten auch qualitativ verschiedene Erregungsvorgänge gäbe, von denen der eine in den großen hellen und der andere in den kleinen dunklen Zellen des Plasmodiums Antwort fände? Wäre nicht damit allein schon der Umstand erklärt, daß an ein und derselben Stelle des Endplasmodiums einmal der Sympathikuswirkstoff z. B. die Blutgefäßwände sich zusammenziehen und das andere Mal das Azethylcholin des Parasympathikus die Gefäße sich erweitern lassen kann.

Käme aber auf diese Weise den Plasmodium-Zellen — oder, besser wohl gesagt: gewissen Plasmodiumzellen — nicht die Funktion einer spezifischen Stoffabgabe zu, die der der endokrinen Sekretion zum wenigsten sehr ähnlich ist. Offenbart sich hier, in der Peripherie, nicht ebenfalls das Prinzip der doppelten Sicherung, der direkten neurolasmatischen Verbindung des Terminal-Retikulums mit dem Erfolgsorgan und der daneben zugleich noch möglichen chemisch-hormonalen Beeinflussung des Erfolgsorganes, entweder entlang der Bahnen des Endplasmodiums oder durch die Vermittlung der Interzellulärsubstanz?

An vielen Stellen der peripheren Endnetze hat *Feyrter* ein System sogenannter „heller Zellen“ festgestellt, die auf die für die Nervenfaserdarstellung typischen Versilberungsmethoden ansprechen und „damit den gestaltlich faßbaren Ausdruck einer bedeutsamen Stoffabgabe . . . ins Nervengewebe“, eben der Neurokrinie oder Neurosekretion, „verraten“. Andererseits weiß man, daß die hellen Zellen des Darmepithels und die des Mantelplasmodiums mancher Ganglienzellen zugleich auch chromaffin sind (*Hoepke*), sich also außer mit Silber- auch mit Chromsalzen genau so färben wie das Mark der Nebenniere, dessen Zellen man nervösen und endokrinen Charakter zugleich zusprechen kann.

Es ist somit nicht unwahrscheinlich, daß alle oder viele dieser Hüll- und Nebenzellen eine gewisse Verwandtschaft mit den Nebennierenmarkzellen haben und damit endokrinen Drüsenzellen ähnlich sind.

So entsteht also wohl wirklich auch ein *peripheres* endokrinnervöses System als Gegenstück zu der in Zwischenhirn und Hypophyse liegenden und bereits aufgezeigten Organisation.

Hervorgehoben sei, daß dieses System zwar der unmittelbare Vermittler der zentralen neuro-hormonalen Regulation für das Erfolgsorgan ist, daß es aber zugleich rückwirkend wohl auch die zentralen Regulationsstellen beeinflussen kann. Es schließt sich damit, wie *Alexander*

Sturm sich ausdrückt, ein großer zwischen Peripherie und Zentrum schwingender Funktionskreis, in dem Sympathikotonus und Parasympathikotonus als Grundakkorde betrachtet werden können.

So fügte sich zum skizzenhaften Einblick in das Spiel der Lebensnerven ein zweiter in ihr Zusammenspiel mit den Lebens-Wirkstoffen und es ergab sich daraus ein weiteres großes System von so allumfassender, den ganzen Körper und alle seine Lebensäußerungen beherrschender Dynamik, daß wir ihm überall begegnen, wohin wir uns bei der Betrachtung und Schilderung des menschlichen oder tierischen Körpers auch wenden. Es könnte dies noch an einer großen Zahl von Beispielen ausgeführt werden.

Freilich, es ist ein funktionelles System und kann mit Hilfe mechanischer Überlegungen allein und aus seinen morphologischen Gegebenheiten allein nicht übersehen werden, sondern nur auf Grund gemeinsamer, einem großen Zwecke dienender Tätigkeit seiner Teile.

Soll nun diese Art der Behandlung des anatomischen Stoffes gegenüber ihrer ernsteren Schwester, die ihn rein morphologisch-deskriptiv, selbst mechanistisch-kausal darlegt, zurücktreten? Nein: aus morphologisch-mechanistischer und funktionell-biologischer Betrachtung heraus entsteht erst eine lebendige Anatomie, die keine Wissenschaft um ihrer selbst willen ist, sondern durch diese Art der Betrachtung ihren Blick stets zweckbewertend auf die harmonische Einfügung des anatomischen Einzelteiles in das große Ganze des lebenden und sich doch stets verändernden Organismus gerichtet hat.

Und wenn zu diesem final-konstruktiven Leitgedanken noch das Bestreben der Beziehungsaufnahme und des Zusammenklangs mit den medizinischen Schwesterdisziplinen kommen und andererseits auch mit den verschiedenen Zweigen der exakten Naturwissenschaften, die ja doch alle zusammen am Gebäude der Anatomie mitbauen, dann ist eine solche biologisch-medizinisch ausgerichtete Anatomie gefeit gegen den Vorwurf, der ihr auch heute noch von mancher Seite gemacht wird: sie sei eine tote Wissenschaft.

Dem anderen Vorwurf, es seien die Ergebnisse konstruktiv-bewertender Betrachtung nicht immer und nicht in allen Einzelheiten so sicher wie die der beschreibenden Morphologie, dem kann sie mit den Worten *du Boys-Reymonds* entgegentreten: „ignoramus et ignorabimus“ — wir wissen heute nicht alles und man wird auch morgen noch nicht

den vollen Einblick in die uns in ihrer Größe und in ihrer Kleinheit erdrückende Wunderwelt der Natur haben.

Das, was wir als Natur-Erkenntnis bezeichnen, ist nichts Objektives: es ist die Sicht, aus der heraus wir, das gegenwärtige Geschlecht, die Natur erkennen.

Schrifttum

- Bargmann, W.*: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Stuttgart 1948.
- Bauer, K. F.*: Organisation des Nervengewebes und Neurencytiumtheorie, München und Berlin 1953.
- von Bergmann, G.*: Das Spiel der Lebensnerven und ihrer Wirkstoffe. Potsdam 1947.
- Dziallas, P.*: Neurosekretorische Vorgänge in vergleichend-anatomischer Betrachtung. — Antritts-Vorlesung München 1952.
- Feyrter, F.*: Über die Pathologie der vegetativen nervösen Peripherie und ihrer ganglionären Regulationsstätten. Wien 1951.
- Über die peripheren endokrinen (parakrinen) Drüsen des Menschen. Wien-Düsseldorf 1953.
- Grau, H.*: Die peripheren Nerven, in Ellenberger-Baum, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl. Berlin 1943.
- Die Anatomie funktioneller Systeme. Berliner u. Münchener Tierärztl. Wochenschrift. 1932.
- Held, H.*: Die Entwicklung des Nervengewebes bei den Wirbeltieren. Leipzig 1909.
- Hoepke, H.*: Die heutige Auffassung vom Nervensystem. Deutsche medizinische Rundschau. 3. 1949.
- Köhler, H.*: Zum heutigen Stand der Struktur des peripheren vegetativen Nervensystems. Deutsche tierärztliche Wochenschrift. 58. 1951.
- Kornmüller, A. F.*: Die Elemente der nervösen Tätigkeit. Thieme 1947.
- Müller, L. R.*: Die Beziehungen des sympathischen Nervensystems zum parasympathischen. Münch. med. Wschr. 1935.
- von Muralt, A.*: Alte und neue Theorien der Nervenregung. Naturwissenschaftliche Rundschau. 5. 1952.
- Sturm, A.*: Aktuelle neurovegetative Probleme. Deutsche med. Wochenschr. 76. 1951.





Münchener Universitätsreden

Neue Folge

Heft 1

Michael Schmaus

Beharrung und Fortschritt im Christentum

Groß 8°. Mit einem Bild des Verfassers, 24 Seiten, geh. DM 1.50

Heft 2

Bruno Huber

Das Prinzip der Mannigfaltigkeit in der belebten Natur

Groß 8°. 12 Seiten, geh. DM —.70

Heft 3

Hugo Grau

Gedanken über die gegenwärtige Sicht der Anatomie am Beispiel des Nervensystems

Groß 8°. Mit 4 Abbildungen, 20 Seiten, geh. DM 1.20

MAX HUEBER / VERLAG / MÜNCHEN